考虑消费者效用的电商平台信用支付决策研究 *

马中华，安夏瑢

(上海海事大学 经济管理学院，上海 201306)

摘 要：考虑由两个生产不同质量产品的制造商和一个电商平台组成的供应链，基于消费者剩余理论，研究电商平台的信用支付服务决策问题。基于消费者选择不同支付方式购买产品的消费者效用，建立电商平台收益模型，进一步分析得到平台的信用支付服务决策。研究表明，当消费者对质量一般产品的接受程度较高、信用支付服务对消费者带来的负效应较大时，推出信用支付可以提高平台收益，增加消费者剩余；当消费者对质量一般产品的接受程度较低、信用支付服务的负效应较小时，推出信用支付服务且设置较长的延迟支付期可提高平台收益，增加消费者剩余，否则将产生较大资金成本，使平台利益受损。电商平台可通过制定合理的信用支付策略提高平台收益。

关键词：消费者效用；延迟支付；平台收益；消费者剩余

中图分类号：TP391 doi: 10.19734/j.issn.1001-3695.2018.11.0862

Research on credit payment service decision-making of E-commerce platform considering consumer utility

Ma Zhonghua , An Xiarong

(*School of Economics & Management*, *Shanghai Maritime University*, *Shanghai* 201306, *China*)

Abstract: Considered the supply chain consisting of two competitive manufacturers and one e-commerce platform, this paper investigates the credit payment service strategy of e-commerce platform. According to the consumer surplus under different choices of consumers, this paper develops a revenue model of e-commerce platform before and after launching the service, and proposes delayed payment service strategy of e-commerce platform. The results imply that when consumers have a high degree of acceptance of products quality and the service has a big negative effect on consumers, e-commerce platform launching delayed payment service can bring good returns to the platform by increasing sales and increases the consumer surplus. When the consumer's acceptance of the products quality is small, and the negative effect of the service on the consumer is small, the e-commerce platform launches the service and sets a longer payment period will bring greater benefits to the platform and increase the consumer surplus, otherwise it will bring huge costs to the platform and damage the profit. E-commerce platform can increase revenue by formulating appropriate credit payment strategy.

Key words: consumer utility; delayed payment; platform revenue; consumer surplus

0 引言

随着电子商务的迅速发展和新一代消费者价值观念的多元化，互联网用户的消费习惯发生了变化，消费者的消费观念由过去保守的消费方式转变为超前消费。根据中国电子商务研究中心数据显示，2017 年中国电子商务交易规模为 28.66 万亿元，同比增 24.77%。在此背景下，越来越多的电商平台为消费者提供了延迟支付、分期付款等信用支付服务。该服务一般以金融产品的形式体现，如京东商城推出的“京东白条”、唯品会平台推出的“唯品花”、苏宁易购推出的“苏宁任性付”等，该服务允许先消费后付款，消费者在此期间可将相应的资金用于投资获取收益。相较于传统商业银行推出的消费信贷，电商平台可基于平台交易数据对用户进行综合分析，更精确地对消费者的信用进行评价，提高信用支付服务的效率[1]。电商平台推出信用支付服务已成为一种趋势。据数据显示，2017 年，中国互联网消费信贷放贷规模达到 4.4 万亿元，增长 904.0%（iResearch Inc）。

电商平台推出信用支付可以影响消费者的购买支付意愿[2]，提高其购买产品的动力，继而增加平台的产品销量，提升客户粘性。但此类服务会对消费者的网络购物体验带来一定的负效应，平台也将产生大量前期投入成本、服务成本以及由于延期收到货款产生的利息损失即资金成本。因此信用支付服务对电商平台及消费者的影响是值得研究的，在何种情况下推出信用支付服务以及对该服务的投入程度也是电商平台需要决策的重要问题。

目前关于信用支付的研究主要有两个方面，一方面，用实证方法分析信用支付服务对消费者购买行为或企业的影响。李爱梅等人[3]基于心理账户理论分析了影响消费者支付意愿的因素（如付款的麻烦产生的负效用、付款时间、付款与消费是否分开），得到支付方式会影响消费者的购买行为，并指出支付方式的设计在企业经营决策中变得更加重要。张奎等人[4,5]通过实证研究从宏观角度分析了消费信贷对消费的影响。李广子等人[6]通过信用额度从微观角度分析了消费信贷对消费行为的影响。另一方面，通过建立数学模型研究供应链采取信用支付策略下各成员的最优决策问题及信用支付对供应链的影响问题。其中供应商向零售商提供延期支付策略的研究较多，如 Chung 等人[7]考虑了供应商为零售商提供一个固定信用期，但订单数量需满足要求，否则必须立即支付

收稿日期：2018-11-07；**修回日期：**2019-01-20 **基金项目：**国家自然科学基金资助项目（71602115）

作者简介：马中华（1979-），女，辽宁西丰人，副教授，硕导，博士，主要研究方向为供应链金融、供应链合同管理（zhma@shmtu.edu.cn）；安夏瑢（1996-），女，山西霍州人，硕士研究生，主要研究方向为物流与供应链管理.

的情况，研究了零售商的最优经济订货数量的问题。Chen 等人[8]基于心理账户理论研究了零售商在不同支付方案下的最优订购决策问题。马中华等人[9]研究了考虑零售商延迟支付存在违约风险下供应链协调问题。除此之外，零售商为提高销量允许消费者延迟支付这一现象也逐渐引起国内外学者的关注。Feng 等人[10]基于 Huang[11]两级贸易信贷的假设，建立了零售商成本最小化下的库存模型，研究了零售商的库存周期与支付时间问题。Chung 等人[12]将模型拓展为易变质产品，Maihami 等人[13]进一步考虑了非瞬时变质现象，Thangam[14]则研究了预付方案与两级延期支付方案下的价格折扣与库存问题，朱俊培等人[15]研究了两级信用支付下的动态供应链网络均衡问题。杨丽[16]以京东金融为例，基于成本收益理论建立了京东商城的收益模型，分析了京东白条对平台收益的影响。研究表明，京东白条虽然可以刺激消费，但仅通过刺激消费并不能使平台利润得到大幅提升，还取决于其他因素。以上研究鲜有从消费者估值出发，基于互联网购物场景分析电商平台推出信用支付服务对消费者行为和供应链最优决策的影响。

目前，关于消费者面对不同产品时的策略性消费行为问题，已有众多研究。例如毕功兵等人[17]研究了在单个零售商同时销售两种可替代产品的情况下，考虑消费者策略性行为的动态定价问题。曾贺奇等人[18]研究了考虑短视性与策略性消费者并存下两替代性产品的跨期定价问题。Luo [19]和韦才敏等人[20]基于消费者品牌偏好，研究了消费者对一般品牌的接受程度与不同的权力结构对零售商经营决策与供应链成员的利润的影响问题。陈章跃等人[21]在考虑消费者的策略性选择的基础上，建立了一个供应商与再制造商组成的闭环供应链模型，研究了消费者的策略性程度和再制造产品的质量水平对供应链成员利润和消费者剩余的影响问题。以上研究仅考虑消费者对产品本身的偏好作出的策略性选择，未涉及支付方式对消费者购买决策的影响。本文考虑市场上存在两种不同质量的产品的基础上，基于消费者剩余理论，分析电商平台推出信用支付服务后，消费者在不同支付方式下的策略性选择，并通过与未推出该服务的情况相比较，分析信用支付服务对供应链及其成员利益的影响。

1 问题描述及符号说明

本文考虑由两个竞争性制造商和一个电商平台组成的供应链，研究电商平台推出信用支付服务前后供应链的最优决策问题，并对比讨论了信用支付服务对平台利润和消费者剩余的影响。

消费者对产品的价值估计是异质的并且他们的产品估值 (v) 服从 $[0.1]$ 上的均匀分布[22]。两个制造商生产质量水平不同且互为替代品的两种产品，电商平台同时销售这两种产品供消费者选择。制造商 1 生产产品 1，该产品质量水平较高；制造商 2 生产产品 2，该产品质量水平一般。两种产品的价格分别为 p_1, p_2（$p_1 > p_2$）。消费者对两种产品的估值不同，对质量较好的产品估值较高，对于质量一般的产品估值较低，分别为 v 和 δv，其中 δ 表示消费者对质量一般产品的接受程度。

当电商平台为了吸引消费者，提高平台销量，推出信用支付服务，即允许消费者在该平台购买产品延迟支付货款时，消费者在该平台购买产品时有两种付款方式：直接支付和延迟支付。若消费者使用信用支付服务，消费者可以享受免息期 t 后再进行支付的优惠，消费者在这段时间内可以将资金用于投资或其他途径获得更多利息或收益，因此消费者在该付款方式下购买产品实际支付的价格为 $p(1-\theta t)$，其中 θ 为消费者的相应资金的投资收益率。但使用该服务时会给消费者带来一系列不方便成本，如开通该服务的流程过于繁琐，服务使用场景约束较多，除此之外还有可能面临逾期支付产生额外费用的资金不确定性风险，文献（李爱梅，郝玫，李理等，2012）也表明顾客在消费后支付会产生更多的负效应。

此外假设在供应链中两制造商为领导者；电商平台从制造商处订购产品向顾客销售。结构模型如图 1 所示。

本文的符号说明为：

为区分两种市场下的参数，本文用上标 N 指代未推出信用支付服务的市场，用上标 D 指代推出信用支付服务的市场；下标 e 指代零售商，下标 m 指代制造商；下标 D 代表通过信用支付服务支付货款，下标 I 表示直接支付货款。

v：消费者对商品的价值估计,服从 $[0,1]$ 上的均匀分布；

c_i：制造商单位产品的制造成本，$i=1,2$；

w_i：制造商单位批发价格，$i=1,2$；

p_i：单位产品的零售价格（$0\le p_i \le 1$），$i=1,2$；

δ：消费者对产品质量较差的品牌的接受程度，$\delta\in(0,1)$；

α：信用支付服务对消费者带来的负效应，$\alpha\in(0,1)$；

θ：消费者的投资收益率，$\theta\in(0,1)$；

β：电商平台的资金成本率，$\beta\in(0,1)$；

$D_{ji}(p_1,p_2)$：消费者通过支付方式 j 购买产品 i 的需求，$j=D,I$，$i=1,2$；

π：企业利润；

cs：总消费者剩余；

sw：社会福利

消费者的策略性选择如下，消费者根据其消费者剩余 U_i 作出产品购买决策。

i 直接支付购买产品 1：$U_1 = v - p_1$

ii. 直接支付购买产品 2：$U_2 = \delta v - p_2$

iii. 延迟支付购买产品 1：$U_3 = (1-\alpha)v - p_1(1-\theta t)$

iiii. 延迟支付购买产 2：$U_4 = \delta(1-\alpha)v - p_2(1-\theta t)$

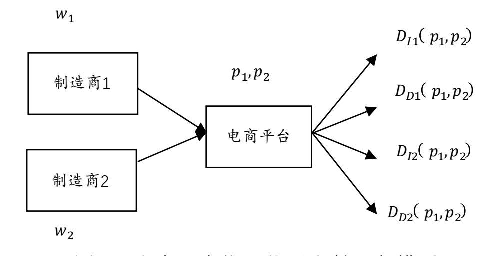


图 1 电商平台推出信用支付服务模型

Fig. 1 E-commerce platform launches credit payment service model

2 电商平台未推出信用支付服务（N）

本节分析了在电商平台未推出信用支付服务的市场中，电商平台的价格决策和供应链成员的利益情况。在分析市场需求时，仅考虑两种产品的需求同时存在的情况。

在不存在信用支付服务的市场中，消费者购买商品时需立即支付货款。由第 1 章可知，消费者的策略性选择只有两种（i，ii）：当 $v-p_1>0$ 时，消费者将购买产品 1；$\delta v - p_2 > 0$ 时，消费者将购买产品 2；当 $v-p_1 > \delta v - p_2$ 时，消费者选择购买产品 1 而不购买产品 2。因此，消费者对产品的选择存在三种临界状态 $v_1 = p_1, v_2 = \frac{p_2}{\delta}, v_3 = \frac{p_1-p_2}{1-\delta}$。两种产品的需求函数如下：

$$D_1(p_1,p_2) = 1 - \frac{p_1 - p_2}{1-\delta} \tag{1}$$

$$D_2(p_1,p_2)=\frac{p_1-p_2}{1-\delta}-\frac{p_2}{\delta} \tag{2}$$

电商平台的利润函数为

$$\pi_e^N(p_1,p_2)=D_1(p_1-w_1)+D_2(p_2-w_2) \tag{3}$$

制造商的利润函数分别为

$$\pi_{m1}^N(w_1)=D_1(w_1-c_1) \tag{4}$$

$$\pi_{m2}^N(w_2)=D_2(w_2-c_2) \tag{5}$$

电商平台与两制造商根据式(1)和(2)分别作出使其利润最大化下的最优决策，得到以下定理。

定理 1 电商平台未推出信用支付服务时，不同质量的两种产品的零售价格分别为

$$p_1=\frac{3\delta-2c_1-c_2-6}{2\delta-8},\quad p_2=\frac{2\delta^2-(c_1+5)\delta-2c_2}{2\delta-8}$$

证明 电商平台根据利润最大化原则，对利润函数式(3)求关于 p_1,p_2 的一阶偏导数与二阶偏导数，分别为

$$\frac{\partial\pi_e^N}{\partial p_1}=\frac{2p_1-w_1-1+\delta-2p_2+w_2}{\delta-1},\frac{\partial\pi_e^N}{\partial p_2}=\frac{(-2p_1+w_1)\delta+2p_2-w_2}{(\delta-1)\delta},$$

$$\frac{\partial^2\pi_e^N}{\partial p_1^2}=\frac{2}{\delta-1},\frac{\partial^2\pi_e^N}{\partial p_2^2}=\frac{2}{\delta(\delta-1)},\frac{\partial^2\pi_e^N}{\partial p_1 p_2}=-\frac{2}{\delta-1}.$$

由电商平台的利润函数可得到关于 p_1,p_2 的 Hesse 矩阵为

$$H=\begin{bmatrix}\frac{2}{\delta-1} & -\frac{2}{\delta-1}\\ -\frac{2}{\delta-1} & \frac{2}{\delta(\delta-1)}\end{bmatrix}$$

通过计算可知 H 为负定的，所以该情况下的电商平台的利润函数为关于 p_1,p_2 的凹函数，故存在唯一最大值。

令上述一阶导为零可得 $p_1=\frac{w_1}{2}+\frac{1}{2}$； $p_2=\frac{\delta}{2}+\frac{w_2}{2}$，将其代入式(4)与(5)，求关于 w_1 和 w_2 的一阶导数并令其为零，得到产品最优批发价格决策与销售价格决策。

根据上述定理可得到电商平台与制造商的收益分别为

$$\pi_e^N(p_1,p_2)=\frac{(5-2c_1)\delta^2+(3c_1^2+(2c_2-6)c_1-8c_2-1)\delta}{4(\delta-4)^2(\delta-1)}+\frac{(3c_2^2+8c_1+8c_2-4c_1^2-4)\delta-4c_2^2}{4(\delta-4)^2(\delta-1)\delta} \tag{6}$$

$$\pi_{m1}^N(w_1)=\frac{((c_1-2)\delta-2c_1+c_2+2)^2}{2(\delta-4)^2(1-\delta)}, \tag{7}$$

$$\pi_{m2}^N(w_2)=\frac{(\delta^2-c_1\delta-c_2\delta-\delta+2c_2)^2}{2(\delta-4)^2(1-\delta)\delta}. \tag{8}$$

据此可得到电商平台未推出信用支付服务时的消费者剩余与社会福利分别为

$$cs^N=\frac{(5-2c_1)\delta^2+(3c_1^2+(2c_2-6)c_1-8c_2-1)\delta}{8(\delta-4)^2(\delta-1)}+\frac{(3c_2^2+8c_1+8c_2-4c_1^2-4)\delta-4c_2^2}{8(\delta-4)^2(\delta-1)\delta} \tag{9}$$

$$sw^N=\frac{3(5-2c_1)\delta^2+(3c_1^2+(2c_2-6)c_1-8c_2-1)\delta}{8(\delta-4)^2(\delta-1)}+\frac{(\delta^2-c_1\delta-c_2\delta-\delta+2c_2)^2}{2(\delta-4)^2(1-\delta)\delta}+\frac{((c_1-2)\delta-2c_1+c_2+2)^2}{2(\delta-4)^2(1-\delta)}+\frac{(3c_2^2+8c_1+8c_2-4c_1^2-4)\delta-4c_2^2}{8(\delta-4)^2(\delta-1)\delta} \tag{10}$$

推论 1 随着消费者对质量一般产品的接受程度的提高，质量较好产品的价格将下降，质量一般产品的价格将上升。

证明 由定理 1 可得 $\frac{\partial p_1}{\partial\delta}=\frac{-6+2c_1+c_2}{2(\delta-4)^2}<0$， $\frac{\partial p_2}{\partial\delta}=\frac{\delta^2-8\delta+2c_1+c_2+10}{(\delta-4)^2}>0$，故 $\frac{\partial p_1}{\partial\delta}<0$， $\frac{\partial p_2}{\partial\delta}>0$。推论 1 得证。

在电商平台未推出信用支付服务时，消费者对质量一般产品的接受程度越大，消费者对该产品的估值越大，对质量一般产品的需求越多,故价格增高,而质量较好的产品则相反。

3 电商平台推出信用支付服务（D）

当电商平台推出信用支付服务时，由引言可知，消费者面对不同质量水平的产品与不同的支付方式时，有四种策略性选择。消费者根据消费者剩余作出购买支付决策，电商平台根据消费者的策略性选择作出收益最大化下的产品价格决策。

消费者选择立即付款购买产品 1 的条件为（I1）

$v-p_1\ge\max\{\delta v-p_2,(1-\alpha)v-p_1(1-\theta t),\delta(1-\alpha)v-p_2(1-\theta t),0\}.$

消费者选择立即付款购买产品 2 的条件为(I2)

$\delta v-p_2\ge\max\{v-p_1,(1-\alpha)v-p_1(1-\theta t),\delta(1-\alpha)v-p_2(1-\theta t),0\}.$

消费者使用信用支付服务延迟支付购买产品 1 的条件为(D1)

$(1-\alpha)v-p_1(1-\theta t)\ge\max\{v-p_1,\delta v-p_2,\delta(1-\alpha)v-p_2(1-\theta t),0\}.$

消费者使用信用支付服务延迟支付购买产品 2 的条件为(D2)

$\delta(1-\alpha)v-p_2(1-\theta t)\ge\max\{v-p_1,\delta v-p_2,(1-\alpha)v-p_1(1-\theta t),0\}$

消费者在不同支付方式下对购买不同产品的估值不同，而消费者的估值决定了他们的购买选择顺序。估值较高的消费者不会选择通过延迟支付的方式购买产品 2，而估值较低的消费者不会选择立即付款购买产品 1。但估值介于两者之间的消费者在直接支付购买产品 2 与延迟支付购买产品 1 中的选择顺序则取决于 δ 与 $1-\alpha$ 的大小。

3.1 情形 1 $\delta>1-\alpha$

在该情形下，消费者对立即付款购买产品 2 的估值大于延迟支付购买产品 1 的估值。消费者的产品购买顺序决策为：立即付款购买产品 1、立即付款购买产品 2、延迟支付购买产品 1、延迟支付购买产品 2。电商根据消费者估值及产品选择决定产品价格，此时有 $p_1>p_2>p_1(1-\theta t)>p_2(1-\theta t)$，消费者在作出上述产品购买决策时产生四个临界状态，分别为 $v_1=\frac{p_1-p_2}{1-\delta}$， $v_2=\frac{p_2-p_1(1-\theta t)}{\delta-(1-\alpha)}$， $v_3=\frac{(p_1-p_2)(1-\theta t)}{(1-\delta)(1-\alpha)}$， $v_4=\frac{p_2(1-\theta t)}{\delta(1-\alpha)}$，且 $0\le v_4\le v_3\le v_2\le v_1\le 1$，此时，产品的需求函数如下：

消费者立即支付购买产品 1 的需求函数：

$$D_{I1}(p_1,p_2)=1-\frac{p_1-p_2}{1-\delta} \tag{11}$$

消费者立即支付购买产品 2 的需求函数：

$$D_{I2}(p_1,p_2)=\frac{p_1-p_2}{1-\delta}-\frac{p_2-p_1(1-\theta t)}{\delta-(1-\alpha)} \tag{12}$$

消费者使用信用支付服务延迟支付购买产品 1 的需求函数：

$$D_{D1}(p_1,p_2)=\frac{p_2-p_1(1-\theta t)}{\delta-(1-\alpha)}-\frac{(p_1-p_2)(1-\theta t)}{(1-\delta)(1-\alpha)} \tag{13}$$

消费者使用信用支付服务延迟支付购买产品 2 的需求函数：

$$D_{D2}(p_1,p_2)=\frac{(p_1-p_2)(1-\theta t)}{(1-\delta)(1-\alpha)}-\frac{p_2(1-\theta t)}{\delta(1-\alpha)} \tag{14}$$

且在该情况下消费者估值满足 $v_1>v_{I1}=p_1$， $v_2>v_{I2}=\frac{p_2}{\delta}$， $v_3>v_{D1}=\frac{p_1(1-\theta t)}{1-\alpha}$， $v_4>v_{D2}=\frac{p_2(1-\theta t)}{(1-\alpha)\delta}$.

电商平台的利润函数为

$$\pi_e^D(p_1,p_2)=D_{I1}(p_1-w_1)+D_{I2}(p_2-w_2)$$
$$+D_{D1}(p_1-w_1)(1-\beta t)+D_{D2}(p_2-w_2)(1-\beta t)$$
$$\text{s.t. } 0\le v_4\le v_3\le v_2\le v_1\le 1 \tag{15}$$

制造商的利润函数分别为

$$\pi_{m1}^D(w_1)=(D_{I1}+D_{D1})(w_1-c_1) \tag{16}$$

$$\pi_{m2}^D(w_2)=(D_{I2}+D_{D2})(w_2-c_2) \tag{17}$$

首先将市场需求函数式(11)~(14)代入电商平台的利润函数式(15)，由利润最大化原则得到产品零售价格的表达式，然后将其代入式(16)(17)且分别对其求关于 w_1,w_2 的一阶导数并令其为 0，得到产品的最优批发价格决策，最后将其代入产品零售价格的表达式得到以下定理。

定理 2 当电商平台推出信用支付服务，且 $\delta>1-\alpha$ 时，两种产品的零售价格分别为

$$p_1=\frac{\alpha B}{A},\ \ p_2=\frac{((\delta-1)t+\alpha)B}{A}.$$

证明 请参见附录 1

根据定理 2 可得电商平台与制造商的最优收益分别为

$$\pi_e^D(p_1,p_2)=\frac{B^2\alpha(\alpha t^2-t^3+t^2-t)}{A^2(1-\alpha)}-\frac{B\alpha}{A}+\frac{tB(\alpha-t)(1-t)}{(\alpha-1)A}$$
$$\left(\frac{((\delta-1)t+\alpha)B}{A}-\frac{B+3tc_2(t-1)^3(t-\alpha)(\alpha+\delta-1)}{3t(t-1)^3(t-\alpha)(\alpha+\delta-1)}\right)+$$
$$\left(\frac{(-t^3+(\alpha+1)t^2-t)B+(\alpha-1)A}{(1-\alpha)A}\right)\times \tag{18}$$
$$\left(\frac{2B}{\delta(3\alpha+3\delta-3)(\alpha t-t^2+t-1)t^2(t-1)}+\right.$$
$$\left.\frac{t^3c_2-c_2(\alpha+2)t^2+c_2(2\alpha+1)t+\alpha(-c_2+\delta(\alpha-1))}{\delta t(\alpha t-t^2+t-1)}\right)$$

$$\pi_{m1}^D(w_1)=\frac{2B(t^2B+A\alpha-tB-A)}{A(\alpha-1)(3\alpha+3\delta-3)\delta(\alpha t-t^2+t-1)t^2(t-1)}$$
$$-\frac{t^2B+A\alpha-tB-A}{A(\alpha-1)}\left(\frac{(t-1)^2(t-\alpha)c_2+\delta\alpha(\alpha-1)}{\delta(-\alpha t+t^2-t+1)t}+c_1\right) \tag{19}$$

$$\pi_{m2}^D(w_2)=\left(\frac{(\alpha-t)(t-1)B}{A\delta(1-\alpha)}\right)\left(\frac{B}{3t(t-1)^3(t-\alpha)(\alpha+\delta-1)}+2c_2\right) \tag{20}$$

据此可求得该情况下的消费者剩余与社会福利分别为

$$cs^D=\int_{v_1}^{1}(v-p_1)dv+\int_{v_2}^{v_1}(\delta v-p_2)dv$$
$$+\int_{v_3}^{v_2}[(1-\alpha)v-p_1(1-\theta t)]dv+\int_{v_4}^{v_3}[\delta(1-\alpha)v-p_2(1-\theta t)]dv \tag{21}$$

$$sw^D=CS^D+\pi_e^D+\pi_{m1}^D+\pi_{m2}^D \tag{22}$$

推论 2 在信用支付服务带来的负效应很大的情况下，当 $\delta c_1-\frac{1}{2}(c_1+c_2)>0$ 时，有 $\frac{\partial p_1}{\partial t}>0$， $\frac{\partial p_2}{\partial t}>0$；当 $\delta c_1-c_2<0$ 时，有 $\frac{\partial p_1}{\partial t}>0(t\in(0,t_1))$， $\frac{\partial p_1}{\partial t}<0(t\in(t_1,1))$， $\frac{\partial p_2}{\partial t}>0(t\in(0,t_2))$， $\frac{\partial p_2}{\partial t}<0(t\in(t_2,1))$.

证明 当 $\alpha=1$ 时,求产品价格关于延迟支付期限 t 的偏导

$$\frac{\partial p_1}{\partial t}=\frac{(\delta-1)(\delta c_1-c_2)t^2+2c_2(\delta-1)t+(c_1-2c_2)\delta+c_2}{6((\delta-1)t^2-1+(2-2\delta)t)^2}$$

$$\frac{\partial p_2}{\partial t}=\frac{\left((\delta-1)\left(\delta c_1-\frac{1}{2}c_1-\frac{1}{2}c_2\right)t^2+c_1(\delta-1)t+\frac{1}{2}c_1-\frac{1}{2}c_2\right)\delta}{3((\delta-1)t^2-1+(2-2\delta)t)^2}$$

当 $\delta c_1-\frac{1}{2}(c_1+c_2)>0$ 时,有 $\delta c_1-c_2>0$,此时 $\frac{\partial p_1}{\partial t}>0$， $\frac{\partial p_2}{\partial t}>0$；当 $\delta c_1-c_2<0$ 时,有 $\delta c_1-\frac{1}{2}(c_1+c_2)<0$,此时,存在 $0<t_1<1$， $0<t_2<1$，使得当 $t\in(0,t_1)$ 时， $\frac{\partial p_1}{\partial t}>0$， 当 $t\in(t_1,1)$ 时， $\frac{\partial p_1}{\partial t}<0$， 当 $t\in(0,t_2)$ 时， $\frac{\partial p_2}{\partial t}>0$， 当 $t\in(t_2,1)$ 时， $\frac{\partial p_2}{\partial t}<0$，其中：

$$t_1=\frac{-\delta c_2+c_2-\sqrt{-\delta(\delta c_1(c_1-2c_2)+c_1^2)(\delta-1)}}{(\delta-1)(\delta c_1-c_2)}$$

$$t_2=\frac{-\delta c_1+c_1-\sqrt{-\delta(\delta c_1(c_1-2c_2)+c_2^2)(\delta-1)}}{(\delta-1)(2\delta c_1-c_2-c_1)}$$

推论 2 得证。

在情形 1 下消费者对一般产品的满意程度较高，因此当信用支付服务对消费者带来的负效应很大（如 $\alpha=1$），时，延迟支付的期限显著影响着消费者的购买选择和需求，从而影响着电商平台对产品的定价决策。

3.2 情形 2 $1-\alpha>\delta$

在该情形下，消费者对于延迟支付购买产品 1 的估值大于立即付款购买产品 1 的估值。消费者的产品购买顺序决策为，直接支付购买产品 1、延迟支付购买产品 1、直接付款购买产品 2、延迟支付购买产品 2。同上一小节，电商根据消费者估值及产品选择决定产品价格，此时有 $p_1>p_1(1-\theta t)>p_2>p_2(1-\theta t)$，消费者在作出上述产品购买决策时产生四个临界状态分别为 $v_1=\frac{p_1\theta t}{\alpha}$， $v_2=\frac{p_1(1-\theta t)-p_2}{1-\alpha-\delta}$， $v_3=\frac{p_2\theta t}{\alpha\delta}$， $v_4=\frac{p_2(1-\theta t)}{\delta(1-\alpha)}$，且 $0\le v_4\le v_3\le v_2\le v_1\le 1$，此时，产品的需求函数如下：

消费者立即支付购买产品 1 的需求函数：

$$D_{I1}(p_1,p_2)=1-\frac{p_1\theta t}{\alpha} \tag{23}$$

消费者使用信用支付服务延迟支付购买产品 1 的需求函数：

$$D_{D1}(p_1,p_2)=\frac{p_1\theta t}{\alpha}-\frac{p_1(1-\theta t)-p_2}{1-\alpha-\delta} \tag{24}$$

消费者立即支付购买产品 2 的需求函数：

$$D_{I2}(p_1,p_2)=\frac{p_1(1-\theta t)-p_2}{1-\alpha-\delta}-\frac{p_2\theta t}{\alpha\delta} \tag{25}$$

消费者使用信用支付服务延迟支付购买产品 2 的需求函数：

$$D_{D2}(p_1,p_2)=\frac{p_2\theta t}{\alpha\delta}-\frac{p_2(1-\theta t)}{\delta(1-\alpha)} \tag{26}$$

消费者估值满足 $v_1>v_{I1}$， $v_2>v_{D1}$， $v_3>v_{I2}$， $v_4>v_{D2}$.

电商的利润函数为

$$\pi_e^D(p_1,p_2)=D_{I1}(p_1-w_1)+D_{I2}(p_2-w_2)$$
$$+D_{D1}(p_1-w_1)(1-\beta t)+D_{D2}(p_2-w_2)(1-\beta t)$$
$$\text{s.t. } 0\le v_4\le v_3\le v_2\le v_1\le 1 \tag{27}$$

制造商的利润函数分别为

$$\pi_{m1}^D(w_1)=(D_{I1}+D_{D1})(w_1-c_1) \tag{28}$$

$$\pi_{m2}^D(w_2)=(D_{I2}+D_{D2})(w_2-c_2) \tag{29}$$

同上一小节，由式(23)~(26)可得产品需求函数，根据利润函数可得到产品的最优价格决策，如定理 3 所示。

定理 3 当电商平台推出信用支付服务，且 $1-\alpha>\delta$ 时，两种产品的零售价格分别为

$$p_1=\frac{((\alpha+\delta-1)t-\alpha\delta)C}{(t-1)tD},\ \ p_2=\frac{\alpha\delta C}{Dt}.$$

证明 请参见附录 2

根据定理 3 可得到该情况下的电商平台与制造商的最优收益分别为

$$\pi_e^D(p_1,p_2)=\left(\frac{C\alpha\delta t-C\delta t^2-2C\alpha t+Ct^2+D\alpha t+C\alpha-D\alpha}{(t-1)\alpha}\right)\left(\frac{(\alpha\delta-\alpha t-\delta t+t)C}{(1-t)tD}+\frac{2C+3t(t-1)(t^3c_2-c_2(\alpha+2)t^2+(-\alpha^2+(-\delta+2c_2+2)\alpha+\delta+c_2-1)t+\alpha(\alpha\delta-\delta-c_2))\alpha}{-3(\alpha-1)((\delta-1)t^2-\alpha(\delta-2)t-\alpha)(t-1)t^2}\right)+\frac{C(\alpha-t)}{Dt(\alpha-1)}\left(\frac{\alpha\delta C}{Dt}+\frac{C+3\alpha tc_2(t-1)^3(t-\alpha)}{3t(\alpha t^2-t^3-2\alpha t+2t^2+\alpha-t)\alpha(t-1)}\right)(1-t) \tag{30}$$

$$\pi_{m1}^D(w_1)=\frac{D-C}{D}\left(\frac{2C+3t(t-1)(t^3c_2-c_2(\alpha+2)t^2-(\alpha^2-(2-\delta+2c_2)\alpha-\delta-c_2+1)t+\alpha(\alpha\delta-\delta-c_2))\alpha}{3t^2((\delta-1)t^2-\alpha(\delta-2)t-\alpha)(t-1)(\alpha-1)}-c_1\right) \tag{31}$$

$$\pi_{m2}^D(w_2)=\frac{C^2}{3(t-1)^3Dt^2(1-\alpha)\alpha}. \tag{32}$$

据此可求得在该情况下的消费者剩余与社会福利分别为

$$cs^D=\int_{v_1}^{1}(v-p_1)dv+\int_{v_2}^{v_1}[(1-\alpha)v-p_1(1-\theta t)]dv+\int_{v_3}^{v_2}(\delta v-p_2)dv+\int_{v_4}^{v_3}(\delta(1-\alpha)v-p_2(1-\theta t))dv \quad (33)$$

$$sw^D=CS^D+\pi_e^D+\pi_{m1}^D+\pi_{m2}^D \tag{33}$$

推论 3 信用支付服务带来的负效应很小时，有 $\frac{\partial p_1}{\partial t}>0$，而 p_2 关于 t 不单调。

证明 当 $\alpha=0$ 时，$\frac{\partial p_1}{\partial t}=\frac{1-\delta}{3(t-1)^2}<0$.当 $t=0$ 时，$\frac{\partial p_2}{\partial t}<0$，当 $t=1$ 时，$\frac{\partial p_2}{\partial t}>0$，即至少存在一个 $t\in(0,1)$，使得 $\frac{\partial p_2}{\partial t}=0$，推论 3 得证。

在该情形下消费者对质量一般产品的接受程度较小，所以当信用支付服务的负效应很小时（$\alpha=0$），随着延迟支付期限的增加，消费者对延迟支付购买质量较好产品的估值变高，对该产品的需求增加，故产品价格上升。

4　信用支付服务的影响

通过以上对电商平台推出信用支付服务和未推出时模型的分析，得到了两种情况下产品最优价格决策和电商平台最大利润。本章将对比两种情况下的产品价格、平台收益和消费者剩余来探讨信用支付服务的影响。

命题 1 （i）在情形 1 下，α 较大时，有 $p_1^D>p_1^N$，$p_2^D>p_2^N$；（ii）在情形 2 下，α 较小时，有 $p_2^D<p_2^N$；当 $t\in(0,t^*)$ 时，$p_1^D<p_1^N$，当 $t\in(t^*,1)$ 时，$p_1^D>p_1^N$。

证明 （i）在情形 1 下，$\delta>1-\alpha$，当 α 较大时（如 $\alpha=t$），此时 $p_1^D=\frac{c_1+3}{6}$，$p_1^N=\frac{3\delta-2c_1-c_2-6}{2\delta-8}$，有 $p_1^D-p_1^N>0$；$p_2^D=\frac{(c_1+3)\delta}{6}$，$p_2^N=\frac{2\delta^2-(c_1+5)\delta-2c_2}{2\delta-8}$，有 $p_2^D-p_2^N>0$.

（ii）在情形 2 下，$\delta<1-\alpha$，当 α 较小时（如 $\alpha=0$），此时 $p_1^D=\frac{2\delta-2+(t-1)c_1}{6t-6}$，$p_2^D=0$，有 $p_2^D-p_2^N<0$；定义 $\vartriangle_1=p_1^D-p_1^N=\frac{2\delta^2+((c_1-9)t-c_1-1)\delta+(2c_1+3c_2+18)t-2c_1-3c_2-10}{6(t-1)(\delta-4)}$，当 $t=t^*$ 时，有 $\vartriangle_1=p_1^D-p_1^N=0$，其中 $t^*=\frac{-2\delta^2+\delta c_1+\delta+2c_1+3c_2+10}{c_1(\delta+2)-9\delta+3c_2+18}$，$(0<t^*<1)$，且 $\vartriangle_1$ 随着 t 呈单调递增的趋势，即 $\frac{\partial\vartriangle_1}{\partial t}>0$。故当 $t\in(0,t^*)$ 时，$\vartriangle_1<0$，当 $t\in(t^*,1)$ 时，$\vartriangle_1>0$.命题 1 得证。

由命题 1 可知，在情形 1 下，消费者对质量一般产品的接受程度较大，电商平台推出信用支付服务未能较大程度的刺激消费者的购买欲望，反而产生大量资金成本。故电商平台为减降低成本，维持平台的利润收益，将提高产品的销售价格，即与未推出信用支付服务相比两种产品的价格均上升。

在情形 2 下，信用支付服务对消费者带来的负效应较小，消费者面对延迟支付购买产品 1 与直接支付购买产品 2 两种选择时，将优先选择前者。因此，对于产品 2 来说，电商推出信用支付服务，允许消费者通过延迟付款的方式购买质量较高的产品，使得其市场需求部分被产品 1 所侵蚀，因此为了提高产品 2 的销量，电商将降低该产品的价格，增强其市场竞争力。对于产品 1 来说，当延迟支付的期限较短时（$t\in(0,t^*)$），该服务的吸引力较小，故为了提高产品 1 的销量，电商将降低该产品价格。此外，当延迟支付的期限较短时，消费者通过延迟支付的方式购买产品 1 与直接支付购买产品 2 的差距不大，两种产品之间的竞争加剧，产品 1 的价格也将有所下降。当延迟支付的期限较长时（$t\in(t^*,1)$）时，延迟支付给消费者带来的吸引力很大，能有效地刺激消费者购买产品 1 的欲望，产品 1 的销量大幅度增加，价格上升。此外，当延期支付期限较长，意味着电商也将付出较大的资金成本，故电商为了提高平台收益，也将适当提高该产品的价格，即与未推出信用支付服务相比该产品的价格是上升的。

命题 2 当 t 较小时，存在 $\delta^*\in(0,1)$，使得在 $\delta\in(0,\delta^*)$ 时，$cs^D<cs^N\ (c_2\in(c_2^*,1))$；在 $\delta\in(\delta^*,1)$ 时，有当 $c_1^*>1$ 时，$cs^D>cs^N$，当 $c_1^*<1$ 时，$cs^D>cs^N\ (c_1\in(0,c_1^*))$，$cs^D<cs^N\ (c_1\in(c_1^*,1))$。但电商平台收益关于 α 与 t 并不单调。

证明 当 $\alpha=t$ 时，信用支付服务的影响在情形 1 与情形 2 下相同，定义：

$$\vartriangle_2=cs^D-cs^N=\frac{\left((\delta^4-9\delta^3-3\delta^2+20\delta)c_1^2+(-6\delta^4+72\delta^3-(18c_2+90)\delta^2+24\delta)c_1+9\delta^4-126\delta^3+(72c_2+225)\delta^2-(27c_2^2+72c_2+108)\delta+36c_2^2\right)}{72(\delta-1)(\delta-4)^2\delta}$$

当 $\delta=0$ 时，$c_2^*=\frac{\delta^2+5\delta}{3\delta+5}+\frac{2\sqrt{\delta^4-9\delta^3-3\delta^2+20\delta}}{3\delta+5}=0$，当 $\delta=1$ 时，$c_2^*>1$，且 c_2^* 随着 δ 的增加而单调递增，故 $\exists\delta^*\in(0,1)$，使得 $c_2^*=1$。则在 $\delta\in(0,\delta^*)$ 时，$c_2^*<1$，有当 $c_2\in(c_2^*,1)$ 时，有 $\delta(1-\delta)(\delta-4)^2(\delta^3+(2c_2-17)\delta^2+(-3c_2^2+10c_2+16)\delta-5c_2^2)<0$，故有 $\vartriangle_2<0$；当 $\delta\in(\delta^*,1)$ 时，$c_2^*>1$，则 $\delta(1-\delta)(\delta-4)^2(\delta^3+(2c_2-17)\delta^2+(-3c_2^2+10c_2+16)\delta-5c_2^2)>0$，令

$$c_1^*=\frac{\left(3\sqrt{-\delta(\delta-4)^2(\delta-1)\left(\delta^3+(2c_1-17)\delta^2+(-3c_2^2+10c_2+16)\delta-5c_2^2\right)}+3\delta^4-36\delta^3+(9c_2-45)\delta^2-12\delta\right)}{\delta(\delta^3-9\delta^2-3\delta+20)}$$

，当 $c_1^*>1$ 时，$\vartriangle_2>0$，当 $c_1^*<1$ 时，有 $\vartriangle_2>0(c_1\in(0,c_1^*))$，$\vartriangle_2<0(c_1\in(c_1^*,1))$。

由命题 2 可知，当延迟支付的期限较小（如 $\alpha=t$）时，情形 1 与情形 2 相同，当 δ 较小时（$\delta\in(0,\delta^*)$）推出信用支付服务后消费者剩余减少。这是由于当消费者对质量一般产品的接受程度较低时，消费者直接支付购买质量一般的产品 2 与延迟支付购买产品 1 的估值差距不大，对质量敏感的消

费者可以选择购买产品 1，而关注资金利息收入的消费者可以选择延迟支付，所以在该种情况下，信用支付服务虽未能显著的提高产品 1 的销量，但作为细分市场的手段，为顾客提供不同的支付方式，满足了不同消费者的购买与支付需求，因此获得了更多的消费者剩余。除此之外，当产品成本较高时（$c_2 \in (c_2^*,1)$），由命题 1 可知，当 $\alpha = t$ 时，产品价格均增加，因此相对未推出信用支付服务的市场来讲，消费者剩余将减少，故该情况下，信用支付服务对消费者来讲是不利的。

当 δ 较大时（如 $\delta \in (\delta^*,1)$），信用支付服务对消费者剩余的影响有所不同，可以从成本的角度分析这一结果。消费者对质量一般的产品接受程度较高时，产品 1 对消费者吸引力不足，推出信用支付服务也会给平台带来大量损失，并且当该产品的成本较高（$c_1 \in (c_1^*,1)$）时，电商为了维持平台收益，将大幅度提高产品价格，此时产品 1 的销售率下降，消费者利益受损。当产品 1 的成本较低（$c_1 \in (0,c_1^*)$）时，其价格涨幅不会过高，消费者可通过延迟支付的方式购买，而对质量不敏感的消费者可以直接支付购买产品 2，满足了消费者的需求，因此该情况下，推出信用支付服务对消费者有利。

由上述分析可知，信用支付服务对电商平台和消费者的影响是由延迟支付的期限和该服务对消费者带来的负效应等因素之间相互交织形成的。为了更好地研究该服务的影响以及什么情况下推出信用支付会更有利，下文对参数赋具体值，通过算例分析不同参数对该结果的影响。

5 算例分析

根据文献[23]数值算例部分以及结合本文情况，设置参数 δ =0.5，c_1=0.5，c_2=0.3，$\theta = \beta = 1$。

5.1 信用支付服务对电商平台和消费者的影响

由第 3 章可知，本文在建立推出信用支付服务的模型时讨论了两种情形，本节通过将未推出信用支付服务的情况与这两种情形分别对比分析，讨论信用支付服务的影响。具体情况如表 1 和 2 所示。

表 1 信用支付服务对平台收益与消费者剩余的影响（$\delta > 1-a$）

Table 1 Impact of credit payment service on platform revenue and consumer surplus（$\delta > 1-a$）

α	t	π_e^N	π_e^D	cs^N	cs^D
0.6	0.81	0.0296	3.1360	0.0148	0.0870
	0.82	0.0296	3.4443	0.0148	0.0901
	0.83	0.0296	3.8216	0.0148	0.0943
	0.84	0.0296	4.2899	0.0148	0.1002
	0.85	0.0296	4.8809	0.0148	0.1082
0.7	0.81	0.0296	2.8496	0.0148	0.0612
	0.82	0.0296	3.1037	0.0148	0.0595
	0.83	0.0296	3.4107	0.0148	0.0582
	0.84	0.0296	3.7869	0.0148	0.0575
	0.85	0.0296	4.2553	0.0148	0.0576
0.8	0.81	0.0296	2.3169	0.0148	0.0816
	0.82	0.0296	2.5018	0.0148	0.0762
	0.83	0.0296	2.7220	0.0148	0.0707
	0.84	0.0296	2.9876	0.0148	0.0652
	0.85	0.0296	3.3127	0.0148	0.0595

表 1、2 分别为当 $\delta > 1-\alpha$ 与 $\delta < 1-\alpha$ 时，α 与 t 对推出信用支付服务结果的影响。如表 1 所示，参数 α 分别为 0.6、0.7、0.8，延迟支付期限 t 分别为 0.81~0.85。当固定 α 时，得到随着延迟支付期限的增加，电商利润与消费者剩余都将大于未推出信用支付服务的情况，此时电商平台与消费者的利益均增加，出现了双赢的局面。而当延迟支付期限不变的情况下，随着 α 的增加，电商利润与消费者剩余呈下降趋势，但仍大于未推出该服务的情况。表 1 说明，在信用支付服务对消费者带来的负效应较大($\alpha > 1-\delta$)，延迟支付的期限也较大时，消费者在延迟支付购买产品 1 与直接支付购买产品 2 中更倾向于后者，由于延迟期较长，该服务对消费者的吸引力很大，信用支付服务作为刺激消费者购物的手段起到了很好的作用，电商平台销量提升，利润增加，并且满足了不同消费者的需求，消费者剩余增加。

表 2 信用支付服务对平台收益与消费者剩余的影响（$\delta < 1-a$）

Table 2 Impact of credit payment service on platform revenue and consumer surplus（$\delta < 1-a$）

α	t	π_e^N	π_e^D	cs^N	cs^D
0.2	0.75	0.0296	-1.0188	0.0148	0.5390
	0.8	0.0296	-0.7368	0.0148	0.8223
	0.85	0.0296	0.1341	0.0148	1.4878
	0.9	0.0296	3.3640	0.0148	3.5540
	0.95	0.0296	24.9157	0.0148	15.6692
0.3	0.75	0.0296	-1.3136	0.0148	0.2922
	0.8	0.0296	-1.3277	0.0148	0.4146
	0.85	0.0296	-1.1431	0.0148	0.7127
	0.9	0.0296	-0.0102	0.0148	1.6781
	0.95	0.0296	9.4490	0.0148	7.5833
0.4	0.75	0.0296	-1.3452	0.0148	0.1788
	0.8	0.0296	-1.4704	0.0148	0.2319
	0.85	0.0296	-1.5611	0.0148	0.3676
	0.9	0.0296	-1.3170	0.0148	0.8360
	0.95	0.0296	2.7620	0.0148	3.8871

如表 2 所示，参数 α 分别为 0.2、0.3、0.4，延迟支付期限 t 为 0.75~0.95。固定参数 α，得到随着 t 的增加，推出信用支付服务后的电商利润呈现先下降后上升的趋势。如当 α =0.2 时，t 从 0.75 增至 0.8 时，电商利润 $\pi_e^D < \pi_e^N$，且呈下降趋势，当 t 从 0.85 增至 0.95 时，有 $\pi_e^D > \pi_e^N$，并且存在 $t^* \in (0.8, 0.85)$ 时，使得 $\pi_e^D = \pi_e^N$；消费者剩余则呈现上升的

趋势且大于未推出信用支付的情况。当 α 为 0.3、0.4 时存在相同的变化趋势。表 2 说明当信用支付服务对消费者带来的负效应较小时($\alpha < 1-\delta$)，消费者在延迟支付购买产品 1 与直接支付购买产品 2 中更倾向于前者，该服务使得消费者可以购买质量较高的产品且可以获得额外的投资收益，消费者效益增加。当电商平台推出消费金融服务并增加服务力度时，资金成本上升，推出该服务不仅未能提高平台收益反而使得经济效益受损，这时平均边际成本本大于平均边际收益，但随着该要素投入的不断增加，即支付期限延长，出现了企业利润大幅度上升的趋势，并且超过了未推出该服务时的收益，这时电商推出该服务的边际收益大于边际成本，这种情况下，信用支付服务成为提高电商平台销量，增加平台收益的有效手段。

5.2 δ 对推出电商平台收益和消费者剩余的影响

本节分析在不同情形下，消费者对质量一般产品的满意程度对电商平台收益和消费者剩余的影响。根据前文设置参数 $\alpha = 0.5$，在情形 1 下 $t = 0.7$，情形 2 下 $t = 0.95$。

图 2 和 3 分别为当 $\delta > 1-\alpha$ 时，δ 对电商平台和消费者的影响。由图可知，随着 δ 的增加，未推出信用支付时的电商利润 π_e^N 与消费者剩余 cs^N 均增加，而推出信用支付服务后，电商利润 π_e^D 呈上升趋势，消费者剩余 cs^D 呈缓慢下降趋势。因为该情况下，δ 同时影响推出信用支付服务前后电商平台的效益，当消费者对质量一般产品的接受程度提高时，消费者对产

品 2 的需求增加，平台的销量也增加。推出信用支付服务后，消费者在延迟支付购买产品 1 与直接支付购买产品 2 中更倾向于后者，因此对于产品 2，无论直接支付还是延迟支付购买，其需求都将大幅度上升，此时消费者的需求也得到了很好的满足。

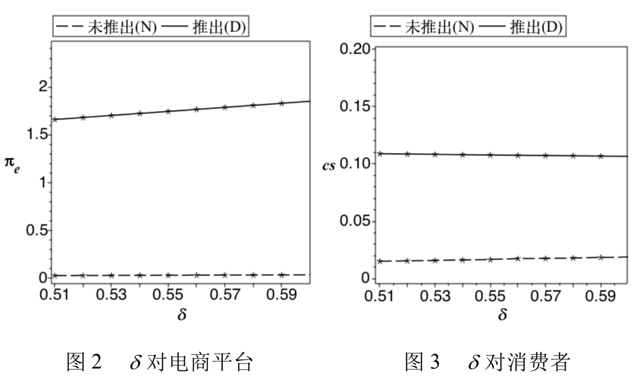


图 2　δ 对电商平台收益的影响($\delta>1-\alpha$)

Fig. 2　Impact of δ on platform revenue ($\delta>1-\alpha$)

图 3　δ 对消费者剩余的影响($\delta>1-\alpha$)

Fig. 3　Impact of δ on consumer surplus ($\delta>1-\alpha$)

图 4 和 5 为当 $\delta<1-\alpha$ 时，δ 对电商平台与消费者的影响。由图 4、5 可知，随着 δ 的增加，未推出信用支付时的电商利润 π_e^N 与消费者剩余 cs^N 均增加，而推出信用支付服务后，电商利润 π_e^D 和消费者剩余 cs^D 呈下降趋势。并如图 3 所示，当 δ 从 0.4 增至 0.45 时，电商利润 $\pi_e^D>\pi_e^N$，且呈下降趋势；当 δ 从 0.46 增至 0.49 时，有 $\pi_e^D<\pi_e^N$，并且存在 $\delta^*\in(0.45,0.46)$ 时，使得 $\pi_e^N=\pi_e^D$。结果说明当信用支付服务对消费者带来较大的负效应时，随着消费者对质量一般的产品的接受程度的增加，消费者的选择从优先考虑延迟支付购买产品 1 到直接付款购买产品 2，此时当 δ 较大时，电商推出的信用支付服务未能有效的提高平台收益，反而产生较大的资金成本，对平台造成损失。

6　结束语

越来越多的电商平台推出信用支付服务，希望通过刺激消费者购买欲望，达到提高平台销量与收益的目的。本文研究了当电商平台同时销售两种不同质量的产品时，信用支付服务对电商平台收益及消费者剩余的影响。由研究可得消费者对一般质量产品的接受程度与信用支付服务对消费者带来的负效应在决定该服务的市场效果方面发挥着重要作用。

当消费者对质量一般产品的接受程度较高时，电商平台要想通过推出信用消费服务提高平台的销量，需要采取措施尽可能降低该服务对消费者产生的负效应，如简化服务开通流程；扩大服务的应用场景，延长信用期限来提高其对消费者的吸引力。这种情况下，信用支付服务不仅能为平台带来良好的效益，而且满足了不同消费者的需求，消费者剩余增加，形成双赢的局面。当消费者对质量一般产品的接受程度较低时，信用支付服务的效益与延迟支付的期限相关，并存在临界值。当电商平台对该服务的投入低于临界值时，信用消费服务不仅不能提高平台收益，而且会产生大量的资金成本使平台利益受损。当电商平台继续加大对该服务的投入并超过临界值时，信用消费服务开始产生正向效应。企业利润呈大幅上升的趋势，并且超过了未推出该服务时的收益，此时，信用消费服务成为提高电商平台销量，增加平台收益的有效手段。

本文研究了信用支付服务的期限与信用支付给消费者带来的负效应对电商平台和消费者的影响，为电商平台制定合理的营销策略提供了建议与理论依据。但在分析平台推出信用支付的成本时，仅考虑了电商平台的资金使用成本，进一步的研究可引入平台的固定成本或其他可变成本进行分析，此外在实际生活中，消费者的购买与支付决策还受到很多因素的影响，如消费者的平台使用偏好、支付方式习惯和可支配收入等有关，这些因素如何影响电商决策也有待进一步研究。

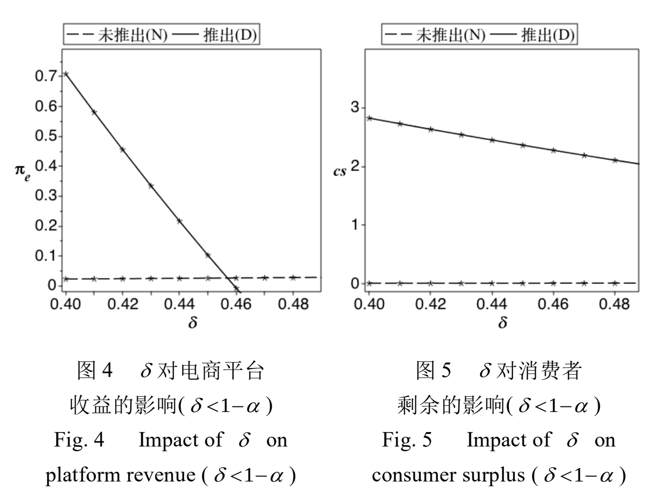


图 4　δ 对电商平台收益的影响($\delta<1-\alpha$)

Fig. 4　Impact of δ on platform revenue ($\delta<1-\alpha$)

图 5　δ 对消费者剩余的影响($\delta<1-\alpha$)

Fig. 5　Impact of δ on consumer surplus ($\delta<1-\alpha$)

附录 1　定理 2 的证明

制造商作为领导者首先决定产品的批发价格 w_1,w_2，平台零售商作为追随者再确定产品的销售价格 p_1,p_2。本定理采用逆向归纳法进行证明。

由式(15)可得当 $\delta>1-\alpha$ 时电商平台的利润函数为

$$\begin{aligned}\pi_e^D(p_1,p_2)=&\left(1-\frac{p_1-p_2}{1-\delta}\right)(p_1-w_1)\\&+\left(\frac{p_1-p_2}{1-\delta}-\frac{p_2-p_1(1-\theta t)}{\delta-(1-\alpha)}\right)(p_2-w_2)\\&+\left(\frac{p_2-p_1(1-\theta t)}{\delta-(1-\alpha)}-\frac{(p_1-p_2)(1-\theta t)}{(1-\delta)(1-\alpha)}\right)(p_1-w_1)(1-\beta t)\\&+\left(\frac{(p_1-p_2)(1-\theta t)}{(1-\delta)(1-\alpha)}-\frac{p_2(1-\theta t)}{\delta(1-\alpha)}\right)(p_2-w_2)(1-\beta t)\end{aligned}$$

$$\text{s.t. } 0\le\frac{p_2(1-\theta t)}{\delta(1-\alpha)}\le\frac{(p_1-p_2)(1-\theta t)}{(1-\delta)(1-\alpha)}\le\frac{p_2-p_1(1-\theta t)}{\delta-(1-\alpha)}\le\frac{p_1-p_2}{1-\delta}\le 1$$

对利润函数求关于 p_1,p_2 的一阶偏导数与二阶偏导数，可得到函数的 Hesse 矩阵为

$$H=\begin{bmatrix}\dfrac{2}{\delta-1}-\dfrac{2(\theta t-1)\delta\alpha(\beta t-1)}{(\delta+\alpha-1)(\delta-1)(\alpha-1)} & \dfrac{2\beta\theta(\delta+\alpha-1)t^2-((\delta+1)\alpha-1+\delta)(\beta+\theta)t-2\alpha^2+4\alpha+2\delta-2}{(\delta+\alpha-1)(\delta-1)(\alpha-1)}\\ \dfrac{2\beta\theta(\delta+\alpha-1)t^2-((\delta+1)\alpha-1+\delta)(\beta+\theta)t-2\alpha^2+4\alpha+2\delta-2}{(\delta+\alpha-1)(\delta-1)(\alpha-1)} & \dfrac{2\alpha}{(\delta+\alpha-1)(\delta-1)}+\dfrac{2(\theta t-1)(-\beta t+1)}{(\delta-1)(\alpha-1)\delta}\end{bmatrix}$$

为简化计算，假设 $\theta=\beta=1$。经计算可知该 Hesse 矩阵的一阶顺序主子式小于 0，二阶顺序主子式 $t>\frac{1}{4}$ 时，恒大于 0，即可判断 H 为负定的。且该极大化问题的约束条件为线性函数，对于该凸规划，Kuhn-Tucker 条件是确定最优点的充要条件。

引入广义拉格朗日乘子，将目标函数改写如下

$$
\begin{aligned}
L(p_1,p_2)=&D_{I1}(p_1-w_1)+D_{I2}(p_2-w_2)+D_{D1}(p_1-w_1)(1-\beta t)+\\
&D_{D2}(p_2-w_2)(1-\beta t)+x_1\left(1-\frac{p_1-p_2}{1-\delta}\right)+x_2\left(\frac{p_1-p_2}{1-\delta}-\frac{p_2-p_1(1-\theta t)}{\delta-(1-\alpha)}\right)+\\
&x_3\left(\frac{p_2-p_1(1-\theta t)}{\delta-(1-\alpha)}-\frac{(p_1-p_2)(1-\theta t)}{(1-\delta)(1-\alpha)}\right)+x_4\left(\frac{(p_1-p_2)(1-\theta t)}{(1-\delta)(1-\alpha)}-\frac{p_2(1-\theta t)}{\delta(1-\alpha)}\right)
\end{aligned}
$$

根据 Kuhn-Tucker 条件

$$
\begin{cases}
\dfrac{\partial L}{\partial p_1}=\dfrac{\partial L}{\partial p_2}=0\\
x_1\left(1-\dfrac{p_1-p_2}{1-\delta}\right)=0\\
x_2\left(\dfrac{p_1-p_2}{1-\delta}-\dfrac{p_2-p_1(1-\theta t)}{\delta-(1-\alpha)}\right)=0\\
x_3\left(\dfrac{p_2-p_1(1-\theta t)}{\delta-(1-\alpha)}-\dfrac{(p_1-p_2)(1-\theta t)}{(1-\delta)(1-\alpha)}\right)=0\\
x_4\left(\dfrac{(p_1-p_2)(1-\theta t)}{(1-\delta)(1-\alpha)}-\dfrac{p_2(1-\theta t)}{\delta(1-\alpha)}\right)=0\\
x_i\geq 0, i=1,2,3,4
\end{cases}
$$

为简化计算，假设 $\theta=\beta=1$，得到产品零售价格的表达式并将其分别代入制造商的利润函数式(16)(17)，求得制造商利润最大化下的产品批发价格，最后将其代入零售价格的表达式，联立求得产品零售价格，最优零售价格决策如下。

$$p_1=-\frac{\alpha B}{A},\quad p_2=\frac{((1-\delta)t-\alpha)B}{A}$$

其中

$$
\begin{aligned}
A=&6t(-\alpha+(\alpha+\beta-1)t-\delta+1)\\
&\begin{pmatrix}(\delta-1)t^4-(2\delta-2)(\alpha+1)t^3+\\((\delta-1)\alpha^2+(3\delta-4)\alpha+\delta-1)t^2+\\2\alpha(\alpha-\beta+1)t-\alpha^2\end{pmatrix},
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
B=&(\alpha+\beta-1)(\delta c_1-c_2)t^5+\\
&((\delta(-c_1-2)+c_2+2)\alpha+(2-2c_1)\delta+3c_2-2)t^4+\\
&(\alpha+\beta-1)\begin{pmatrix}(4\delta-4)\alpha^2+(\delta c_1-3c_2)\alpha+\\\delta(2c_1-4)-3c_2+4\end{pmatrix}t^3+\\
&(\alpha+\beta-1)\begin{pmatrix}(-2\delta+2)\alpha^3+(6-5\delta)\alpha^2+\\(5\delta+3c_2-6)\alpha+(2-c_1)\delta+c_2-2\end{pmatrix}t^2+\\
&(\alpha+\beta-1)\left(-4\alpha\left(\alpha^2-\frac{5}{4}\alpha\delta+\frac{5}{4}\delta+\frac{1}{4}c_2-1\right)t+2\alpha^3-2\alpha^2\right)
\end{aligned}
$$

并且满足 $p_1>p_2>p_1(1-t)>p_2(1-t)$。定理 2 得证。

附录 2　定理 3 的证明

同定理 2，由式(27)可得当 $1-\alpha>\delta$ 时电商平台的利润函数为

$$
\begin{aligned}
\pi_e^D(p_1,p_2)=&\left(1-\frac{p_1\theta t}{\alpha}\right)(p_1-w_1)+\\
&\left(\frac{p_1(1-\theta t)-p_2}{1-\alpha-\delta}-\frac{p_2\theta t}{\alpha\delta}\right)(p_2-w_2)+\\
&\left(\frac{p_1\theta t}{\alpha}-\frac{p_1(1-\theta t)-p_2}{1-\alpha-\delta}\right)(p_1-w_1)(1-\beta t)+\\
&\left(\frac{p_2\theta t}{\alpha\delta}-\frac{p_2(1-\theta t)}{\delta(1-\alpha)}\right)(p_2-w_2)(1-\beta t)
\end{aligned}
$$

$$\text{s.t. } 0\leq\frac{p_2(1-\theta t)}{\delta(1-\alpha)}\leq\frac{p_2\theta t}{\alpha\delta}\leq\frac{p_1(1-\theta t)-p_2}{1-\alpha-\delta}\leq\frac{p_1-p_2}{1-\delta}\leq 1$$

对利润函数求关于 p_1,p_2 的一阶偏导数与二阶偏导数，可得到函数的 Hesse 矩阵为

$$
H=\begin{bmatrix}\dfrac{(2-2(\beta+\theta)t)\alpha-2t^2\beta\theta(\delta-1)}{(\delta+\alpha-1)\alpha} & \dfrac{\beta t+\theta t-2}{\delta+\alpha-1}\\[2ex] \dfrac{\beta t+\theta t-2}{\delta+\alpha-1} & \dfrac{2}{\delta+\alpha-1}-\dfrac{2\theta t}{\alpha\delta}+\dfrac{2(\theta t-\alpha)(\beta t-1)}{\alpha\delta(\alpha-1)}\end{bmatrix},
$$

同上述证明，为简化计算，假设 $\theta=\beta=1$。经计算可知该 Hesse 矩阵的一阶顺序主子式小于 0，二阶顺序主子式在 $t>\frac{1}{4}$ 时，恒大于 0，即可判断 H 为负定的。该函数的拉格朗日函数与 Kuhn-Tucker 条件为

$$
\begin{aligned}
L(p_1,p_2)=&\left(1-\frac{p_1\theta t}{\alpha}\right)(p_1-w_1)+\\
&\left(\frac{p_1(1-\theta t)-p_2}{1-\alpha-\delta}-\frac{p_2\theta t}{\alpha\delta}\right)(p_2-w_2)+\\
&\left(\frac{p_1\theta t}{\alpha}-\frac{p_1(1-\theta t)-p_2}{1-\alpha-\delta}\right)(p_1-w_1)(1-\beta t)+\\
&\left(\frac{p_2\theta t}{\alpha\delta}-\frac{p_2(1-\theta t)}{\delta(1-\alpha)}\right)(p_2-w_2)(1-\beta t)+\\
&x_1\left(1-\frac{p_1\theta t}{\alpha}\right)+x_2\left(\frac{p_1\theta t}{\alpha}-\frac{p_1(1-\theta t)-p_2}{1-\alpha-\delta}\right)+\\
&x_3\left(\frac{p_1(1-\theta t)-p_2}{1-\alpha-\delta}-\frac{p_2\theta t}{\alpha\delta}\right)+x_4\left(\frac{p_2\theta t}{\alpha\delta}-\frac{p_2(1-\theta t)}{\delta(1-\alpha)}\right)
\end{aligned}
$$

$$
\begin{cases}
\dfrac{\partial L}{\partial p_1}=\dfrac{\partial L}{\partial p_2}=0\\
x_1\left(1-\dfrac{p_1\theta t}{\alpha}\right)=0\\
x_2\left(\dfrac{p_1\theta t}{\alpha}-\dfrac{p_1(1-\theta t)-p_2}{1-\alpha-\delta}\right)=0\\
x_3\left(\dfrac{p_1(1-\theta t)-p_2}{1-\alpha-\delta}-\dfrac{p_2\theta t}{\alpha\delta}\right)=0\\
x_4\left(\dfrac{p_2\theta t}{\alpha\delta}-\dfrac{p_2(1-\theta t)}{\delta(1-\alpha)}\right)=0\\
x_i\geq 0, i=1,2,3,4
\end{cases}
$$

假设 $\theta=\beta=1$，求得产品零售价格的表达式将其代入式(28)(29)中，求得制造商利润最大化下的批发价格，然后将其代入零售价格的表达式中求得产品最优零售价格。

其中 $p_1=\dfrac{((\alpha+\delta-1)t-\alpha\delta)C}{(t-1)tD}$，$p_2=\dfrac{\alpha\delta C}{Dt}$

$$
\begin{aligned}
C=&(2\delta^2t^2-11\delta t^2+5t^3+9\delta t-3t^2-2\delta)\alpha^3-\\
&\begin{pmatrix}(\delta c_1-2c_1-c_2+2)t^3+\\(4\delta^2-(c_1+17)\delta+3c_1+3c_2+10)\end{pmatrix}t\alpha^2+\\
&\begin{pmatrix}(\delta c_1-c_1-c_2)t^3+(2\delta^2-6\delta-c_1+3c_2+4)t^2+\\(4\delta^2-(c_1+9)\delta+3c_1-3c_2+5)t+3\delta-c_1+c_2-3\end{pmatrix}t^2\alpha-\\
&t^4(\delta-1)(tc_1+2\delta-c_1-2),
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
D=&\left(-6\alpha^2+(6\delta^2-18\delta+12)\alpha-6(\delta-1)^2\right)t^4+\\
&12\alpha\left(\alpha^2+(-\delta^2+4\delta-2)\alpha+(\delta-1)^2\right)t^3+\\
&6\alpha((\delta^2-5\delta-1)\alpha^2+(2-\delta^2-2\delta)\alpha+\delta-1)t^2+\\
&24\alpha^3\delta t-6\alpha^3\delta
\end{aligned}
$$

且满足 $p_1>p_1(1-t)>p_2>p_2(1-t)$。定理 3 得证。

参考文献：

[1] 谈毅敏. 互联网消费信贷发展现状及未来发展思考 [J]. 中国信用卡, 2015 (3): 61-64. (Tan Yimin. Current situation and future development of internet consumer credit [J]. China Credit Card, 2015 (3): 61-64.)

[2] Wang Lili, Lu Wei, Malhotra N K. Demographics, attitude, personality and credit card features correlate with credit card debt: a view from China [J]. Journal of Economic Psychology, 2011, 32 (1): 179-193.

[3] 李爱梅, 郝玫, 李理, 等. 消费者决策分析的新视角: 双通道心理账户理论 [J]. 心理科学进展, 2012, 20 (11): 1709-1717. (Li Aimei, Hao Mei, Li Li, *et al.* A new perspective on consumer decision: double-entry mental accounting theory [J]. Advances in Psychological Science, 2012, 20 (11): 1709-1717.)

[4] 张奎, 金江, 王红霞, 等. 消费信贷对消费影响作用的实证研究 [J].

技术经济, 2010, 29 (2): 103-106. (Zhang Kui, Jin Jiang, Wang Hongxia, *et al*. Empirical research on impact of consumption credit on consumption [J]. Technology Economics, 2010, 29 (2): 103-106.)

[5] 赵红梅. 科技型中小企业研发创新的金融支付体系研究 [J]. 工业技术经济, 2014 (11): 155-160. (Zhao Hongmei. Study on financial payment system of research innovation of medium and small enterprises of science and technology [J]. Journal of Industrial Technological Economics, 2014 (11): 155-160.)

[6] 李广子, 王健. 消费信贷如何影响消费行为?——来自信用卡信用额度调整的证据 [J]. 国际金融研究, 2017, 366 (10): 55-54. (Li Guangzi, Wang Jian. How does consumer credit affect consumer behavior: evidence from credit card credit line adjustment [J]. Studies of International Finance, 2017, 366 (10): 55-54.)

[7] Chung K J, Liao J J. Lot-sizing decisions under trade credit depending on the ordering quantity [J]. Computers & Operations Research, 2004, 31 (6): 909-928.

[8] Chen Li, Gyurhan Kok A, Tong J D. The effect of payment schemes on inventory decisions: the role of mental accounting [J]. Management Science, 2013, 59 (2): 436-451.

[9] 马中华, 苏雪玲. 贸易信用下考虑零售商违约风险的供应链协调问题研究 [J]. 计算机应用研究, 2018, 35 (1): 158-161, 176. (Ma Zhonghua, Su Xueling. Research on supply chain coordination of retailer' s default risk under credit [J]. Application Research of Computers, 2018, 35 (1): 158-161, 176.)

[10] Feng H, Li J, Zhao D. Retailer's optimal replenishment and payment policies in the EPQ model under cash discount and two-level trade credit policy [J]. Applied Mathematical Modelling, 2013, 37 (5): 3322-3339.

[11] Huang Y F. Optimal retailer's ordering policies in the EOQ model under trade credit financing [J]. Journal of the Operational Research Society, 2003, 54 (9): 1011-1015.

[12] Chung K J, Huang T S. The optimal retailer's ordering policies for deteriorating items with limited storage capacity under trade credit financing [J]. International Journal of Production Economics, 2007, 106 (1): 127-145.

[13] Maihami R, Karimi B. Effect of two-echelon trade credit on pricing-inventory policy of non-instantaneous deteriorating products with probabilistic demand and deterioration functions [J]. Annals of Operations Research, 2017, 257 (1): 1-37.

[14] Thangam A. Optimal price discounting and lot-sizing policies for perishable items in a supply chain under advance payment scheme and two-echelon trade credits [J]. International Journal of Production Economics, 2012, 139 (2): 459-472.

[15] 朱俊培, 张桂涛, 孙浩. 两级延期支付下的动态供应链网络均衡 [J]. 物流科技, 2017, 40 (5): 134-140. (Zhu Junpei, Zhang Guitao, Sun Hao. Dynamic supply chain network equilibrium under two levels of deferred payment [J]. Logistics Science Technology, 2017, 40 (5): 134-140.)

[16] 杨丽. 电商平台中信用支付产品收益分析——以京东金融为例 [J]. 财会月刊, 2017 (23): 64-72. (Yang Li. Analysis of the revenue of consumer financial products in e-commerce platform: take Jingdong finance as an example [J]. Finance and Accounting Monthly, 2017 (23): 64-72.)

[17] 毕功兵, 王怡璇, 丁晶晶. 存在替代品情况下考虑消费者策略行为的动态定价 [J]. 系统工程学报, 2013, 28 (1): 47-54. (Bi Gongbing, Wang Yixuan, Ding Jingjing. Dynamic pricing based on substitutes and strategic consumers [J]. Journal of Systems Engineering, 2013, 28 (1): 47-54.)

[18] 曾贺奇, 张玉林. 短视型和策略型消费者并存下的替代性产品跨期定价 [J]. 系统工程, 2015 (5): 33-39. (Zeng Heqi, Zhang Yulin. Intertemporal pricing of substitutes under the coexistence of myopic and strategic consumers [J]. Systems Engineering, 2015 (5): 33-39.)

[19] Luo Zheng, Chen Xu, Chen Jing, *et al*. Optimal pricing policies for differentiated brands under different supply chain power structures [J]. European Journal of Operational Research, 2016, 259 (2): 437–451.

[20] 韦才敏, 李忠萍, 范衡. 不同博弈框架下多竞争零售商的双渠道供应链定价决策研究 [J]. 运筹与管理, 2018, 27 (6): 63-74. (Wei Caimin, Li Zhongping, Fan Zhun. Research on pricing decisions of dual-channel supply chain with multiple competitive retailers under different game frameworks [J]. Operations Research and Management Science, 2018, 27 (6): 63-74.)

[21] 陈章跃, 王勇, 刘华明. 考虑顾客策略行为和产品质量的闭环供应链决策模型 [J]. 中国管理科学, 2016, 24 (3): 109-116. (Chen Zhangyue, Wang Yong, Liu Huaming. Decision model of closed-loop supply chain considering customers' strategic behavior and product quality [J]. Chinese Journal of Management Science, 2016, 24 (3): 109-116.)

[22] Luo Zheng, Chen Xu, Kai M. The effect of customer value and power structure on retail supply chain product choice and pricing decisions [J]. Omega, 2018, 77: 115-126.

[23] Chen Jing, Bell P C. Implementing market segmentation using full-refund and no-refund customer returns policies in a dual-channel supply chain structure [J]. International Journal of Production Economics, 2012, 136 (1) .